# 구강 및 구인두암 환자의 하악골에 발생한 방사선골괴사의 치료

아주대학교 의과대학 이비인후과학교실,[1] 고신대학교 의과대학 이비인후과학교실,[2]
연세대학교 의과대학 이비인후과학교실,[3] 치료방사선과학교실,[4] 치과대학 구강악안면외과학교실[5]
정연훈[1] · 이한국[2] · 차인호[5] · 변성규[5] · 김귀언[4] · 강성석[3] · 최은창[3]

# Management of Osteoradionecrosis of the Mandible in Patients with Oral and Oropharyngeal Cancers

**Yun Hoon Choung, MD, DDS[1], Han Kook Lee, MD[2], In Ho Cha, DDS[5], Seong Kyu Byun, DDS[5], Gwi Eon Kim, MD[4], Seong Seok Kang, MD[3] and Eun Chang Choi, MD[3]**

*[1]Department of Otolaryngology, Ajou University College of Medicine, Suwon; and [2]Department of Otolaryngology, Kosin University College of Medicine, Pusan; and [3]Department of Otorhinolaryngology, [4]Radiation Oncology, and [5]Oral and Maxillofacial Surgery, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Korea*

**ABSTRACT**

**Backgroud and Objectives** : Osteoradionecrosis (ORN) of the mandible is one of the most serious complications following radiotherapy for oral and oropharyngeal cancer. However, the predisposing factors and clinical course of ORN are variable and its proper management is currently undetermined. The objective of this study is to review our ORN cases and evaluate the treatment methods. **Patients and Methods** : We retrospectively reviewed 57 cases of oral and oropharyngeal cancers, where patients received combined surgery and radiotherapy from 1990 to 1998. Osteoradionecrosis occurred in 5 cases, and we evaluated the predisposing factors, clinical course and results of treatments. Four patients were treated with radical sequestrectomy and open reduction of mandible. Of these four patients, three received the combined treatment with hyperbaric oxygen (HBO) therapy, and one received the conservative treatment. **Results** : Four ORN cases occurred at the lateral mandibulotomy site and one case arose at the opposite mandibular body unrelated to osteotomy. The interval between ORN and radiotherapy was so variable as 3 to 140 months. Four patients were successfully treated with the combined surgical and HBO therapies (3 cases) or with the conservative treatment (1 case). The remaining case could not be controlled by surgical treatment without HBO. **Conclusion** : Osteoradionecrosis usually occurred at lateral mandibulotomy sites, especially combined with sagittal partial mandibulectomies. We recommend that lateral mandibulotomies should, whenever possible, be avoided if the radiotherapy is planned postoperatively. And the patients who received radiotherapy at the mandible should be observed for osteoradionecrosis for long time. Our treatment results suggest that a combined surgery with HBO therapy can be a primary treatment modality for ORN. **(Korean J Otolaryngol 2000;43:1109-15)**

**KEY WORDS** : Osteoradionecrosis · Oral and oropharyngeal cancer · Hyperbaric oxygen therapy · Mandible.

## 서 론

방사선치료는 두경부 영역의 악성종양을 치료할 수 있는 중요한 방법 중의 하나이다. 하지만 조사량의 정도에 따라 암종뿐 아니라 암종 주위 정상조직에도 영향을 미쳐서 심각한 합병증을 유발할 수 있다. 방사선 조사는 조직의 저산소(hypoxia), 저혈관(hypovascularity), 저세포(hypocellularity)로 대표되는 3저 현상(the three H principle)을 유발한다.[1)] 즉 방사선 조사를 받은 골조직은 미세 혈관들이 막히게 되며 섬유화가 진행될 뿐 아니라 골수의 정상세포 성분이 줄어들게 되어 골수의 지방화, 섬유화가 발생한다. 이렇게 변화된 골조직은 수술적 외상, 발치 및 불결한 구강상태 등의 유발 요인으로 인하여 방사선골괴사를 초래하게 된다.

일반적으로 방사선골괴사는 방사선 조사 범위 안에 포함된 골이 노출된 상태로 3개월 이상 지속된 경우를 의미한다.[2)] 이러한 방사선골괴사는 방사선치료의 매우 중대한 합병증으로, 특히 하악골에 발생한 경우 심한 하악통을 초래

논문접수일 : 1999년 10월 18일 / 심사완료일 : 2000년 7월 25일
교신저자 : 최은창, 120 - 752 서울 서대문구 신촌동 134
연세대학교 의과대학 이비인후과학교실
전화 : (02) 361 - 8481 · 전송 : (02) 393 - 0580
E - mail : eunchangmd@yumc.yonsei.ac.kr

하고 하악골의 병적 골절을 유발할 수 있으며 구강피부루를 형성하기도 한다.[3] 최근에 방사선치료 전후의 구강 및 치아관리와 방사선치료 방법 등의 개선으로 과거보다 그 발생빈도가 줄고 있으나 아직 10  15%의 환자에서 하악골 방사선골괴사가 발생하고 있는 실정이다.[3] 하지만 국내의 문헌에서는 이에 대한 보고가 극히 제한되어 있다.

방사선골괴사의 치료에 관해서는 아직 정설이 없는 상태로, 보존적 치료(conservative therapy) 및 근치수술(radical surgery)에 대하여도 아직 확실히 정립된 바가 없다. 단지 1983년, Marx[4]가 방사선골괴사의 환자를 3단계로 구분하여 괴사의 정도에 따라 단계적으로 수술적 치료와 고압산소요법을 병행 실시하는 치료법을 소개한 이후 일부 술자들이 이에 따른 치료결과를 보고하고 있는 실정이다. 국내에서는 1988년 Yoo 등[5]이 2예의 하악골 방사선골괴사의 치료에 관해 보고한 외에는 방사선 골괴사의 치료방법과 그 경험에 관한 문헌보고가 없다.

저자들은 그간 하악골에 방사선골괴사가 발생하였던 환자들을 대상으로 그 유발요인, 임상경과, 치료 내용 및 결과를 분석해 봄으로써 이를 토대로 향후 치료의 지표로 삼고자 하였다.

## 대상 및 방법

1990년 1월부터 1998년 12월까지 세브란스병원 이비인후과에서 구강 및 구인두암으로 하악골 절개 및 절제를 포함한 수술적 치료와 방사선치료를 병행 실시하였던 57예를 대상으로 진료 기록 및 방사선 소견을 후향적으로 분석하였다. 방사선 치료만을 시행하였거나, 하악골 처치를 동반하지 않은 수술적 치료를 시행한 경우는 대상에서 제외하였다. 방사선골괴사에 대한 진단은 방사선조사를 마친 후 방사선조사 범위 안의 점막 및 피부가 궤양을 일으키고 소실되어, 하악골이 노출된 상태로 3개월 이상 지속된 경우로 하였다.[2] 본 연구에서 점막 및 피부의 결손으로 하악골이 노출되는 등 방사선골괴사 유사 증상을 보인 예가 모두 8예 있었는데, 이 중 2예는 3개월 이내 치유가 되었고 1예는 원발암의 잔존에 의한 점막 결손으로 밝혀져, 3예를 제외한 5예가 방사선골괴사에 해당하였다.

방사선골괴사에 대한 치료는 모든 환자에서 항생제를 사용하였고, 매일 병변에 대한 세척을 시행하였으며, 필요에 따라 부골절제 및 변연절제를 시행하는 것을 원칙으로 하였다. 수술적 치료는 골 결합용 plate가 노출되고 하악골의 불유합이 있는 3예에서 plate를 제거하고 관혈적 정복술(open reduction)을 시행하는 등의 근치적 치료를 하였으며 병적 골절을 초래한 1예에서도 근치적 부골절제(radical sequestrectomy) 및 관혈적 정복술을 시행하였다. 다른 1예에서는 근치적 수술치료에 대한 환자의 거부로 외래에서 보존적 치료만을 시행하였다. 또한 치료 방법의 하나로 고압산소치료를 병행실시하였는데, 고압산소치료를 거부한 2예를 제외한 나머지 3예에서 시행되었다. 100% 산소 2.4기압에서 하루에 90분씩 시행하였으며(45분간 시행하고 5분간 쉬고 45분 시행), 수술전과 후를 합쳐서 40회를 시행하는 것을 원칙으로 하였다.

방사선골괴사와 관련된 구강 및 치아관리를 위해 모든 환자에 대해서 방사선 치료 전 치과의 협의 진료를 시행하여 필요한 경우 치주치료 및 발치를 시행하였다. 한편 방사선골괴사와 관련된 예후 인자를 파악하기 위해서 하악골 절개 및 절제 여부, 하악골 절개 위치, 치아유무, 하악골 고정 방법, 결손 조직 재건 방법 그리고 방사선 조사량을 분석하였다.

## 결 과

연구대상 57예 중 하악골 방사선괴사를 일으킨 경우는 모두 5예(8.8%)였다. 남자가 4예, 여자가 1예였으며, 나이는 55세에서 64세 사이에 분포하였다. 원발병소는 5예 모두가 구인두암으로 이 중 4예가 편도암, 1예가 연구개암이었으며, 병리조직학적 소견은 모두 편평세포암종이었다. 수술후 평균 추적관찰 기간은 5년 6개월이었다.

5예 중 4예는 술후 방사선조사를 받았고, 1예는 방사선조사를 받은 후 5년 후 재발하여 구제수술을 받았던 예이었다. 방사선조사의 양은 술후 방사선조사시 5,400 cGy에서 6,100 cGy였으며 구제수술 예에서는 술전 4,500 cGy를 받았으며, 평균 5480 cGy였다. 술후 방사선조사는 1예에서 술후 5주 이내에 시행하였으며 나머지 3예는 술후 7주 이내에 시작되었다. 방사선골괴사가 발생한 시기는 3예에서 방사선 치료 후 1년 이내에 발생하였으나, 2예에서는 각각 방사선치료 후 2년 6개월, 11년 8개월만에 발생하였다. 수술 일로부터의 골괴사 발생기간은 1년 이내가 3예였으며, 2년 9개월과 6년 8개월이 각각 1예이었다.

본 환자들의 수술내용을 분석해 보면, 하악골절개는 모두 외측하악골절개법(lateral mandibulotomy)을 사용하여 하악체 부위에 시행되었으며, 이 중 3예에서는 하악의 시상면 부분하악골절제(sagittal partial mandibulectomy)를 함께 시행하였다. 방사선골괴사의 위치는 5예 중 4예에서는 하악골절개 위치와 일치한 하악체 부위였으며, 1예(case 1)에서는 하악골절개 위치가 아닌 반대측 하악체에 골괴사가 발생하였다. 절개의 모양은 2예가 계단모양, 3예가 일직선 모양

**Table 1.** Characteristics of patients

| Case | G/A | Primary site | Staging | Mandibulotomy | Tooth | Fixation | RT (cGy) | Reconstruction |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | M/64 | Tonsil, Rt | T2N0 | Lateral* | Dentulous | Wire | Pre,4500 | Direct closure |
| 2 | M/58 | Tonsil, Rt | T2N2b | Lateral* | Edentulous | MCP,Wire | Post,6000 | Direct closure |
| 3 | M/62 | Tonsil, Rt | T2N2b | Lateral, SPM | Edentulous | MCP (2),Wire | Post,5400 | PMMC |
| 4 | M/62 | Tonsil, Lt | T2N1 | Lateral*, SPM | Dentulous | MCP (2),Wire | Post,5400 | PMMC |
| 5 | F/55 | S.P., Lt | T3N2b | Lateral, SPM | Edentulous | MCP (2) | Post,6100 | PMMC |

G ; gender, A ; age, RT ; radiation therapy, M ; male, F ; female, Rt ; right, Lt ; left, Wire ; direct wire fixation, MCP ; monocortical plate, Pre ; preoperative, Post ; postoperative, S.P. ; soft palate, SPM ; sagittal partial mandibulectomy, PMMC ; pectoralis major myocutaneous flap
*straight osteotomy (In other cases, stair step osteotomy was made)

**Table 2.** Osteoradionecrosis and treatments

| Case | Time interval* (Post RT†) | Site of ORN | Tx | Status (F/U after last Tx‡) |
|---|---|---|---|---|
| 1§ | 6Y8M (11Y8M) | Lt. body | (6Y10M) HBOT(27¶), O/R, Decortication, AO plate (7Y7M) I & D, curettage | Controlled (1Y9M) |
| 2 | 6M (3M) | Rt. body | (5M) HBOT(80¶), O/R, Decortication, (10M) Iliac bone graft | Controlled (6Y5M) |
| 3 | 10M (7M) | Rt. body | (10M) HBOT(7¶), wire removal (1Y6M) plate removal, debridement | Controlled (3Y7M) |
| 4 | 8M (5M) | Lt, body | (8M) Segmental mandibulectomy. AO plate (1Y8M) AO plate removal | Uncontrolled (3M) |
| 5 | 2Y9M (2Y6M) | Lt. body | (2Y9M) Conservative Tx | Controlled (2Y4M) |

*Time interval ; surgery to diagnosis of osteoradionecrosis
† Post RT ; interval from end of radiation therapy to diagnosis of osteoradionecrosis
‡ F/U after last Tx ; follow-up time after the last treatment for osteoradionecrosis
§ Osteoradionecrosis of case 1 occurred at 6 years and 8 months after salvage operation, which was done at 5 years after radiotherapy
¶ The number of hyperbaric oxygen therapy that a patient was treated with. ORN ; osteoradionecrosis, Tx ; treatment, fx ; fracture,
Rt ; right, Lt ; left, HBOT ; hyperbaric oxygen therapy, O/R ; open reduction, I & D ; incision and drainage, NED ; no evidence of disease

의 절개를 사용하였다. 하악골절개 위치의 치아상태는 3예에서는 무치악이었으며 2예에서는 유치악으로 수술시 하악골절개 위치의 한 쪽 치아를 발거하였다. 수술시 하악골의 정복은 4예에서는 monocortical semirigid plate를 사용하였으나 1990년에 수술을 하였던 1예에서는 철사(wire)를 사용하였다. 원발병소 결손의 재건은 3예에서는 대흉근피판을 사용하였으며 2예에서는 일차봉합하였다(Table 1).

방사선골괴사에 대한 치료는 4예에서 수술적 치료를 하였으며, 수술적 치료를 거부한 1예에서는 보존적 치료를 시행하였다. 수술적 치료를 받은 4예 중 3예에서는 고압산소치료를 병행 시행하였다. 수술치료는 철사와 plate만 제거한 경우가 1예, 관혈적 정복을 시행한 예가 2예 있었으며, 하악의 분절절제까지 시행한 경우가 1예 있었다. 4예 중 2예에서는 AO plate를 이용하여 하악의 재건을 시행하였으며 1예에서는 관골이식으로 재건하였다.

보존적 치료만을 받았던 1예는 하악골 노출부위가 정상 수복된 후 부정교합이나 통증 없이 현재 치료 후 2년 4개월째 정기적인 하악의 방사선검사와 함께 추적관찰 중이다. 수술적 치료를 받았던 4예 중 3예는 부정교합 등의 합병증 없이 치료되었으며 무병생존하고 있다. 이들 3예는 모두 고압산소치료를 받았던 예이었다. 고압산소치료 없이 하악골 분절절제술을 시행하였던 1예에서는 수술부위의 치유지연과 함께 plate의 노출을 보여 다시 plate 제거술을 하였으며 현재 부정교합의 상태로 치료후 3개월째 추적관찰 중이다 (Table 2). Figs. 1 and 2는 62세 남자의 방사선골괴사의 진단 및 치료과정을 보여주고 있다.

## 고 찰

구강 및 구인두암의 방사선 조사시 범위에 포함되는 조직들은 골, 골막, 점막, 피부의 결체조직, 혈관과 치아 등인데 이들은 방사선조사 후 이른바 저산소, 저혈관, 저세포의 3저현상(the three H principle)으로 대표되는 조직의 변화를 보이게 된다.[1] 즉 하악골 주위의 연조직, 경조직은 혈관내피세포의 공포형성과 종창 등으로 혈관폐색을 유발하며, 동맥내막염(endarteritis) 등으로 미세혈관들이 서서히 막히게 되어 혈행이 줄게된다. 골수는 정상 세포의 수가 감소하며, 영양 및 산소 공급의 결핍으로 지방변성과 섬유화의 과

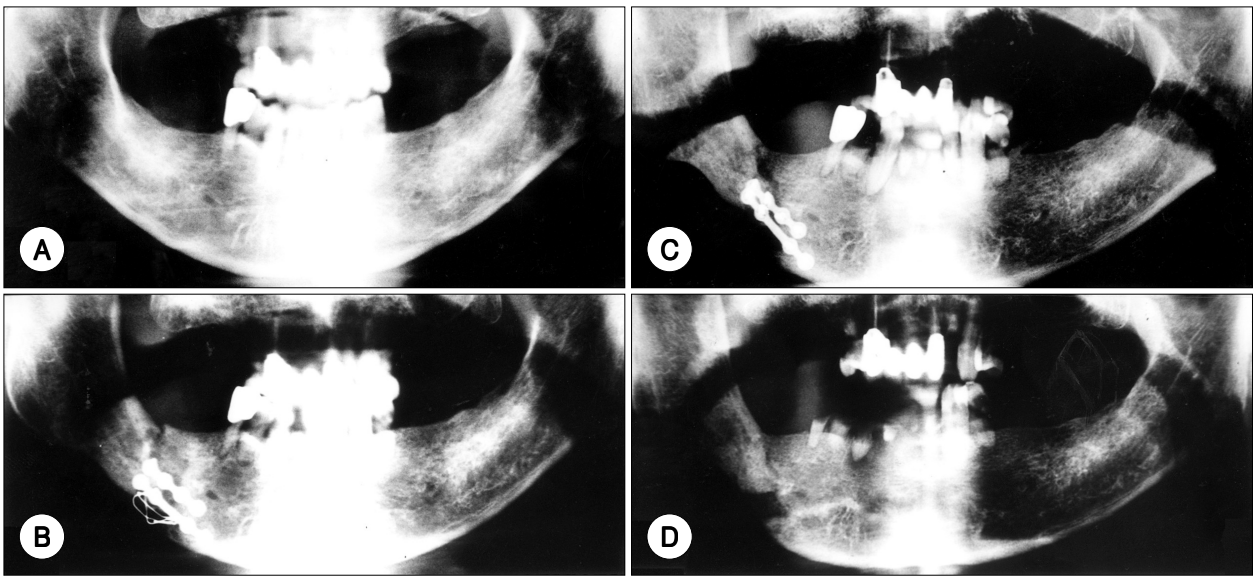


**Fig. 1.** Radiographic (Panex) sequences of osteoradionecrosis in case 3. Osteoradionecrosis occurred at osteotomy site 7 months following radiotherapy (5400 cGy) which was done 3 months after surgery with lateral mandibulotomy and sagittal partial mandibulectomy for right tonsillar cancer. A : Preoperative. B : POD 10 months (time of diagnosis of osteoradionecrosis)-The Panex showed nonunion and irregular bony defect. Sequestrectomy and wire removal were done with HBOT. C : POD 18 months-Necrotic bony gap narrowed slightly but inferior bony resorption was aggravated at 8 months after surgery. Second operation was done for removal of the plate. D : POD 43 months-Osteoradionecrosis was completely healed showing new bone formation. POD ; postoperative HBOT ; hyperbaric oxygen therapy.


**Fig. 2.** Clinical sequences of osteoradionecrosis in case 3. A : Lateral mandibulotomy and sagittal partial mandibulectomy was made for approach to right tonsillar cancer. Arrow indicates bony shelf. B : Osteoradionecrosis was diagnosed because of orocutaneous fistula exposing wire (blank arrow). C : POD 5 years-Osteoradionecrosis was completely healed and the patient is NED state. D : The patient has no trismus. Intraoral mucosa and flap site is intact. POD ; postoperative day NED ; no evidence of disease.

정을 겪게된다. 골막은 비후되며, 쉽게 벗겨지고 골막의 내면을 따라 골아세포가 결핍되어, 골막의 중요 기능인 re-modelling 기능을 잃게 된다. 구강내 점막도 얇아지게 되고 쉽게 탈락되며, 치유가 늦어진다. 이렇게 방사선조사를 받은 하악골 및 주위조직은 점차 생존력을 잃게 되며 수술적인 외상 혹은 감염에 매우 약하게 되어 골괴사가 발생하기 쉽게 된다.[6)]

이러한 조직의 변화 정도는 흡수되는 방사선량에 좌우되는데, 조직의 밀도가 치밀할수록 방사선의 흡수량이 많아지게 된다. 골은 연조직보다 조직이 1.8배 치밀하므로 같은 부피의 연조직보다 방사선양의 흡수가 많다.[6)] 상하악은 같은 골조직이지만 하악이 상악보다 조직이 치밀하여 방사선의 흡수가 많게 되고 이에 따른 혈행의 장애가 빈발하여 방사선골괴사는 상악보다 하악에서 많이 발생한다.[6)] 본 연구에서도 하악에서만 발생하였다.

임상적으로 과도한 심부동통, 종창, 연조직 궤양 및 농양형성을 보이는 방사선골괴사는 그 병리생리학적 기전 및 정의를 학자에 따라 달리하여 왔는데, 이에 따라 치료방법도 다르게 적용되었다. 1958년 Meyer는 방사선골괴사를 방사선 조사, 외상, 감염의 3요소로 설명한 바 있으며, 1970년대에는 방사선조사 후 2차적으로 발생한 골수염으로 설명되기도 하였다.[7)] 그러나 흉골이나 쇄골, 혹은 대퇴골 등에 발생한 방사선골괴사증은 이러한 개념으로 설명될 수 없고, 이 가설을 뒷받침 할만한 세균배양결과나 조직학적인 결과보고가 없다. 한편 Happnen 등[8)]은 이 가설을 근거로 수술적 치료여부와 상관없이 장기간의 항생제 치료를 시도했지만, 계속된 괴사의 진행으로 하악골절제가 필요하였던 예가 25  46%에 달한다고 하였다. 이에 Marx[2)]는 창상치유반응의 장애현상이라는 가설을 세워 3저 현상을 통한 연조직, 경조직의 심화된 창상치유 지연으로 방사선골괴사를 설명하였고, Carlson은 많은 방사선골괴사가 화농성 감염이 동반되지만, 이는 결코 원발성 골수염이 아니라 이차적인 감염에 의한 것이라고 지적하였다. 따라서 Marx[2)]는 국소 암의 존재없이 실활골(nonvital bone)이 최소한 3개월 이상 노출된 상태로 남아있는 경우를 방사선골괴사로 정의하였고, 이후 3저 현상을 극복하기 위한 여러 가지 치유방법들이 소개되었다.

방사선골괴사의 치료는 수술적 치료와 비수술적 치료로 나눌 수 있다. 1967년 Hahn과 Corgil[9)]은 피질골에 구멍들을 뚫어서 육아조직의 성장을 촉진시키는 외과적 수술 치료를 소개하였고, 1971년 Rankow와 Weissman[10)]은 금주, 금연, 구강내 보철물 금지 및 뜨겁고 찬 음식의 회피, 그리고 tetracycline 복용 등 비수술적 처치를 1년간 시행한 후에 골노출이 계속된 경우 하악골 절제를 시행했는데, 하악골반절제(hemimandibulectomy)율이 25%에 달하였다고 하였고, Daly와 Drane[11)]은 64%에 이르렀다고 한다. 한편 반복적인 부골절제(sequestrectomy)만을 시도하기도 했는데 실패율이 높았다고 한다. 이러한 치료 방법의 실패는 앞서 설명한 골괴사의 병태생리 과정을 이해하지 못한 데에 기인하는 것으로 보인다. 그 이후 새로운 방법들이 시도되었는데 Marx의 가설에 기초하여 고압산소요법,[12)13)] 초음파,[14)] 고주파 전자기 자극[15)] 등 신생혈관 및 신생세포형성을 촉진하는 여러 방법들이 소개되었다.

적극적 수술 치료가 창상을 치유하고 하악골을 재건하는데 효과적인 것으로 일반적으로 알려지고 있으나, 그 수술범위에 대해서는 아직 논란이 있다. 점막의 괴사가 국한되고 작은 경우에는 보존적 치료로 치유될 수 있다. Parson[16)]은 이때 가장 필요한 것은 끈기라고 하였으며 환자와 치료자 모두 수개월이 소요되는 치료를 이해하는 것이 중요하다고 하였다. 보존적인 치료방법은 항생제의 투여와 함께 주기적인 세척, 변연절제 등으로 국소 치유를 도모하며 통증이 있는 경우 국소마취제의 도포로 도움을 줄 수 있다. 저자들이 보존적으로 치료한 예도 상기의 방법을 사용하여 7개월만에 치료할 수 있었다. 수술적 치료는 부골절제(sequestrectomy)와 함께 병적 골절이 있는 경우 이의 관혈적 정복 및 골 이식, 연조직 이식 등의 방법이 있다. 본 연구에서도 4예에서 부골절제 및 plate 제거 시술을 시행하였고, 가능한 하악골의 단절성이 없도록 적극적인 하악골 정복술(AO plate이용 및 관골 이식)을 시행한 바 있다. 이때 실활골의 절제 범위는 수술시 골 출혈이 있는 범위로 한정하였으며, 가능한 골 절제를 최소화하였다. 구강점막은 병변부위와 육아조직 부위만을 제거하여 일차봉합이 가능하도록 하였다. 이 중 3예에서 별 문제 없이 치유되어 최소 1년 9개월 이상 추적관찰 중이며, 1예는 하악의 분절절제술 후 AO plate로 고정하였으나 이도 실패하여 현재 아직 완전 치유되지 않은 상태로 3개월 째 관찰 중이다. 수술적 치료에 반응을 보인 3예의 평균 치료기간은 7개월이었다. 저자들의 경험으로 적극적인 수술적 치료는 6개월 이상의 기간이 필요하지만 적절하게 사용한다면 좋은 치료방법의 하나가 될 수 있을 것으로 사료되었다.

고압산소치료 방법은 1975년 Mainous와 Hart[12)]가 처음 소개한 이후 방사선골괴사의 효과적인 보조요법으로 알려지고 있다. 원리는 고압산소에 노출함으로써 조직의 산소분압이 상승하며 혐기성 세균의 증식과 독소 생성을 억제하고 아울러 섬유아세포의 콜라젠 합성증진, 모세혈관 신생, 조골세포(osteoblast)와 파골세포(osteoclast)의 생활력 증진 그

리고 백혈구의 살균능력의 증진을 도모하는 것으로 알려져 있다.[17] Beumer[6]는 9예 중 7예에서 하악의 연속성(continuity)을 잃지 않고 치료를 할 수 있었다고 하며, Mansfield[13]는 12예 중 11예에서 좋은 성과를 거두었다고 한다. 한편 대표적인 고압산소치료방법은 1983년 Marx[4]가 제안한 것으로 방사선골괴사의 괴사 정도를 3단계로 나누어 수술적 치료와 함께 수술전과 후에 단계적으로 시행하는 방법이다. 본 저자들도 Marx의 방법에 준하여 치료하고자 하였는데, 원내 고압산소치료기 시설의 미비와 고가의 치료비로 제한적으로 실행되었다. 수술적 치료를 받은 4예 중 3예에서만 고압산소치료가 시행되었는데 그 중 1예(case 2)에서만 수술전후에 걸쳐 80회의 고압산소치료를 시행하였다. 고압산소치료를 받았던 3예는 모두 치유되었고, 시행하지 않았던 1예에서는 치유되지 않았다. 비록 제한된 예의 경험이지만 고압산소치료가 방사선골괴사에 효과적임을 알 수 있었다.

방사선골괴사의 유발요인과 관련된 요소로는 조사된 방사선량, 방사선 조사부위, 치아상태, 감염, 외상 등이다.[6] Stafne[18]은 6,000 cGy, Beumer[6]는 6,500 cGy 이상이 방사선골괴사의 가능성이 높은 조사량이라고 하였는데, 본 연구에서는 3예가 6,000 cGy 미만의 조사량에서 발생한 것으로 보아 절대적인 위험조사량(risk dose)을 규정할 수 없을 것으로 보인다. 또한 치아(우식증) 그 자체보다는 치주질환이 더 위험성이 높고, 일반적으로 치근막 노출 및 치근막낭(periodontal pocket), 발치와(extraction socket) 부위 등이 방사선골괴사의 발생 부위가 된다고 한다.[19] 따라서 방사선치료 전에 치주치료와 치아 발치 및 신경치료를 하는 것이 치료 후에 하는 것보다 부작용이 적은 것으로 알려져 있다. 한편 부득이 방사선조사 후에 발치를 요한 경우는 인접치아를 한꺼번에 발거하는 것보다 한 개씩 발치하는 것이 부작용의 위험성이 적다고 한다. 이는 발치와(extraction socket) 사이의 치은 결손으로 골노출을 초래하기 때문이다[19] 본 연구에서는 방사선치료 전에 모두 치과 처치를 받았고, 특히 수술당시 무치악이 3예 있었으며, 유치악 2예중 1예는 수술시 일부 발치하여, 1예만이 골괴사 부위에 치아가 있었다. 한편 음식물(뜨거운 것, 딱딱한 것) 및 보철물에 의한 외상 등으로도 골괴사가 유발될 수 있는데 본 예에서는 확인된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 방사선골괴사의 유발요인으로 치아 또는 치주의 문제보다는 다른 요인, 즉 수술적 외상이 원인일 것으로 사료된다.

외상의 많은 원인은 인위적인 수술적 손상이다. Marx[4]는 방사선골괴사 환자의 60%에서 외상 후에 발생하였으며, Hao[20]는 81%에서, 특히 방사선치료 전,후의 수술적 처치에 의해서 발생하였다고 한다. 본 연구에서도 4예에서 방사선치료 전의 수술적 처치가 직접적인 유발요인이 됨으로써 약 80%의 외상요인을 보였다. 한편, 1예(case 1)에서는 외과적 외상없이 발생하였는데, 자연발생적으로 발생하는 방사선골괴사의 많은 경우가 악설골근선(mylohyoid ridge)에 호발한다고 한다. 그 이유는 이 부위의 점막이 매우 얇기 때문인데, 본 1예에서도 같은 소견을 보였다.[6]

방사선골괴사의 위치를 보면 골괴사의 선행요인을 좀더 구체적으로 추측할 수가 있다. 외과적 처치와 연관된 경우에는 발치 위치, 하악골절개 위치에 발생하는 것이 일반적이다.[21] 본 연구에서는 5예 중 4예에서 하악골절개의 위치인 하악체에 발생하였다. 이들은 모두 이공의 후방에서 절개하는 이른바 외측절개법을 사용하였는데, 이 절개법은 필연적으로 그 위치가 방사선조사 범위 안에 포함되기 때문에 술후 방사선조사에 의한 합병증 발생빈도가 높은 것으로 여겨진다.[21] 특히 그 중 3예에서는 외측절개와 시상면부분절제를 병행 시행하였는데, 이는 종양과 면한 설측 피질골(cortex)만을 선택적으로 절제하는 것으로 정상 하악 두께의 1/2만 남게 되어 술후 방사선치료의 영향을 더 많이 받게 된다.[22] 그러므로 방사선골괴사의 합병증면에서만 본다면 시상면 부분하악절제와 외측절개의 예에서는 가급적 방사선치료를 피하여야 하나 부분하악절제를 요할 정도의 예는 대부분 원발병소가 진행된 경우가 많아 술후 방사선치료가 필요한 경우가 대부분이므로 결정이 쉽지 않은 것이 사실이다. 한편 저자들의 결과에서 방정중절개(paramedian mandibulotomy)를 사용한 예에서는 방사선골괴사가 없었던 것으로 보아, 구강 및 구인두암의 접근 방법으로 특히 술후 방사선조사를 계획한 예에서는 가능한 외측절개법 보다는 방정중절개를 선택하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

방사선골괴사의 발생시기는 매우 다양하다. 자연적으로 발생하는 경우는 대부분 방사선치료 후 3개월 내지 12개월 후에 발생하며 수술적 외상에 의하여 생기는 경우에는 수술 후 수개월이내에 발생한다.[16] 저자들의 경우에는 방사선치료만 하였던 경우는 포함되지 않았고 수술적 치료를 모두 병행하였던 경우로 술후 방사선치료 군에서는 4예 중 3예가 7개월 이내에 발생하였지만 1예에서는 2년 6개월만에 발생하여 이례적인 소견을 보였다. 또한 구제수술을 하였던 1예에서는 수술 후 6년 8개월 후에 방사선골괴사가 발생하였다. 이 두 예의 발생기간으로 보아 방사선골괴사는 대부분 1년 이내에 발생하지만 치료가 종결된 후 1년 이상뿐 아니라 상당 기간이 경과한 후에도 발생할 수 있으므로 장기간의 추적관찰이 필요하다고 사료된다.

## 결 론

방사선골괴사는 치료에 많은 시간을 요하고, 치료에 실패한 경우 하악골의 손실 및 구강기능의 장애를 초래하는 중대한 합병증의 하나이다. 더욱이 암의 국소제거가 이루어졌으나 방사선골괴사에 의하여 구강기능에 장애가 남는다면 치료가 만족스럽게 이루어졌다고 할 수 없다. 저자들의 경험으로는 방사선골괴사는 치료 종결 후 상당기간이 지나도 발생할 수 있으므로 구강 및 구인두암의 방사선치료를 병행한 경우에는 장기간의 관찰이 필요할 것으로 보인다. 치료방법으로는 부골 및 실활골 절제, 그리고 하악골의 연속성을 유지하기 위한 적극적인 수술적 처치가 중요하며 고압산소치료가 유용한 방법으로 사료된다. 한편 방사선골괴사는 외측 하악골절개를 한 경우, 특히 시상면 부분하악골절제를 병행 시행한 경우에 잘 발생하였으므로 이 절개방법의 선택에 신중을 기하여야 할 것으로 사료된다. 아울러 방사선골괴사는 그 예방이 최선책으로 방사선치료 전의 치아 및 구강관리가 필수적이며, 방사선조사 후 외상을 최소화하는 것이 중요하리라 보인다.

중심 단어 : 하악골 · 방사선골괴사 · 구강암 · 구인두암 · 고압산소치료.

### REFERENCES


1) Silver IA. *The measurement of oxygen tension in healing tissue. In: Herzog H, editor. Progress in Respiratory research. Basel: S Karger;1969. p.124-45.*
2) Marx RE. *Osteoradionecrosis: A new concept of its pathophysiology. J Oral Maxillofac Surg 1983;41:283-8.*
3) Morris RB, Chan E, Silverman S. *Osteoradionecrosis in patients irradiated for head and neck carcinoma. Cancer 1981;47:1980-3.*
4) Marx RE. *A new concept in the treatment of osteoradionecrosis. J Oral Maxillofac Surg 1983;41:351-7.*
5) Yoo JH, Choi BH, Jung JH, Jung J, Lee WJ, Won CY, Kim MK. *Conservative care of pathologic fracture by osteoradionecrosis of mandible: Report of two cases. Kor J Oral Maxillofac Surg 1988; 24:140-7.*
6) Beumer J, Lewis S. *Osteoradionecrosis In: Kagan AR, Miles J, editors. Head and neck oncology clinical management. 1st ed. New York: Pergamon Press;1989. p.83-90.*
7) Meyer I. *Infection disease of the jaws. J Oral Surgery 1970;28: 17-27.*
8) Happonen RR, Viander M, Peliniemi L, Aitasalo K. *Actinomyces israelii in osteoradionecrosis of the jaws. Histopathologic and immunocytochemical study of five cases. Oral Surg Oral Med 1983; 363:10-7.*
9) Hahn G, Corgill DA. *Conservative treatment of radionecrosis of the mandible. Oral Surg 1967;24:707-13.*
10) Rankow RM, Weissman B. *Osteoradionecrosis of the mandible. Ann Otol Rhinol Laryngol 1971;80:603-11.*
11) Daly TE, Drane JB. *Management of teeth related to the treatment of oral cancer. Proceedings of National Cancer Conference: New Yok: American Cancer Society;1973, p.147-63.*
12) Mainous EG, hart GB. *Osteoradionecrosis of the mandible by grafting with combination of mandible homograft and autogenous iliac marrow and postoperative treatment with hyperbaric oxygenation. Oral Surg 1973;35:13-20.*
13) Mansfield MJ, Sanders DW, Heimbach RD, Marx RE. *Hyperbaric oxygen as an adjunct in the treatment of osteoradionecrosis of the mandible. J Oral Surg 1981;39:585-9.*
14) Dyson M. *Non-thermal cellular affects of ultrasound. Br J Cancer 1982;45:165-71.*
15) Barak S, Resenblum I, Cserniak P, Aridi J. *Treatment of osteoradionecrosis combined with pathological fracture and osteomyelitis of the mandible with electromagnetic stimulation. Inter J Oral Maxillofac Surg 1988;17:253-6.*
16) Parsons JT. *The effect of radiation on normal tissues of the head and neck. In: Million RR, Cassisi NJ, editors. Management of head and neck cancer, a multidisciplinary approach. 2nd ed.; Philadelphia: J.B. Lippincott Co;1994. p.245-89.*
17) Hunt TK, Pai MD. *The effect of varying ambient oxygen tensions on wound metabolism and collagen synthesis. Surg Gynecol obstet 1972;135:561-7.*
18) Stafne EC. *Oral roentgenographic diagnosis, 4th ed: WB Saunders; 1981, p.258-265.*
19) Beumer J, harrison R, Sanders B, Kurrasch M. *Postradiation dental extractions: A review of the literature and a report of 72 episodes. Head Neck Surg 1983;6:581-6.*
20) Hao SP, Chen HC, Wei FC, Chen CY, Yeh ARM, Su JL. *Systemic management of osteoradionecrosis in the head and neck. Laryngoscope 1999;109:1324-8.*
21) Altman K, Bailey MW. *Non-union of mandibulotomy sites following irradiation for squamous cell carcinoma of the oral cavity. Br J Oral Maxillofac Surg 1996;34:62-5.*
22) Choi EC, Lee HK, Kim SM. *Lingual side sagittal partial mandibulectomy. Kor J Otolaryngol 1994;37:354-61.*